

Method and apparatus for controlling the brake system of electric drive vehicles

Veröffentlichungsnr. (Sek.) ☐ US6076899
Veröffentlichungsdatum : 2000-06-20
Erfinder : ISELLA THOMAS (DE)
Anmelder :: BOSCH GMBH ROBERT (DE)
Veröffentlichungsnummer : ☐ DE19607823
Aktenzeichen:
(EPIDOS-INPADOC-normiert) US19970902780 19970730
Prioritätsaktenzeichen: US19970902780 19970730; DE19961007823 19960301;
(EPIDOS-INPADOC-normiert) GB19970013452 19970625; JP19970170364 19970626;
SE19970002006 19970528
Klassifikationssymbol (IPC) : B60L7/10
Klassifikationssymbol (EC) : B60L7/24, B60T1/10, B60T8/00, B60T11/10D, B60T13/58C1
Korrespondierende Patentschriften ☐ GB2326919, ☐ JP11034855, ☐ SE509838, ☐ SE9702006

Bibliographische Daten

A method and an apparatus for controlling the brake system of electric drive vehicles are proposed, in which the control of a friction brake and of an electric regenerative brake is divided between two pedals. The regenerative brake is controlled as a function of the actuation of the accelerator, independently of the extent to which the brake pedal is actuated.

Daten aus der esp@cenet Datenbank - - I2



①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ Pat ntschrift
⑩ DE 196 07 823 C 1

⑳ Aktenzeichen: 196 07 823.7-21
㉑ Anmeldetag: 1. 3. 96
㉒ Offenlegungstag: —
㉓ Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: 21. 8. 97

⑤1 Int. Cl.⁸:
B 60 T 8/00
B 60 T 1/10
B 60 T 8/32
B 60 L 7/28
B 60 T 13/74
// B 60 T 7/08

DE 196 07 823 C 1

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

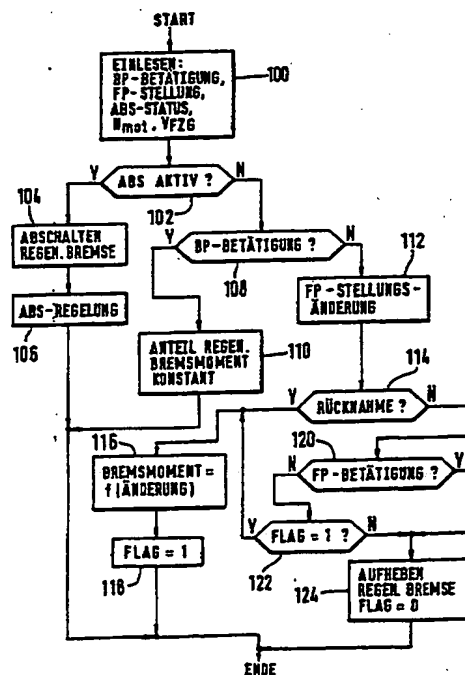
⑦3 Patentinhaber:
Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart, DE

⑦2 Erfinder:
Isella, Thomas, Dipl.-Ing., 71706 Markgröningen, DE

⑤6 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit
in Betracht gezogene Druckschriften:
US 54 33 512 A
WO 93 01 959 A1

⑤4 Verfahren und Vorrichtung zur Steuerung der Bremsanlage von Fahrzeugen mit elektrischem Antrieb

⑤7 Es wird ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Steuerung der Bremsanlage von Fahrzeugen mit elektrischem Antrieb vorgeschlagen, bei welchem die Steuerung einer Reibungs-
bremse und einer elektrisch regenerativen Bremse auf zwei
Pedale aufgeteilt ist. Die regenerative Bremse wird dabei in
Abhängigkeit der Fahrpedalbetätigung und unabhängig vom
Ausmaß einer Bremspedalbetätigung gesteuert.



DE 196 07 823 C 1

Stand der Technik

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Steuerung der Bremsanlage von Fahrzeugen mit elektrischem Antrieb gemäß den Oberbegriffen der unabhängigen Patentansprüche.

Aus der WO-A 93/01959 ist eine Bremsanlage für Kraftfahrzeuge mit elektrischem Antrieb bekannt, bei welcher zur Abbremsung des Fahrzeugs eine konventionelle Reibungsbremse und eine regenerative Bremse über den oder die Antriebsmotoren des Fahrzeugs eingesetzt werden. Dabei wird bei Betätigen des Bremspedals der Bremskraftanteil der regenerativen elektrischen Bremse und der herkömmlichen Reibungsbremse derart bestimmt, daß die Energierückgewinnung über die regenerative Bremse optimal ist. Ferner wird abhängig von der Rücknahmehrate des Gaspedals in die elektro-regenerative Bremse eingegriffen, um die aus herkömmlichen Fahrzeugen bekannte Schleppmomentenwirkung bei Rücknahme des Gaspedals zu simulieren.

Aus dem US-Patent 5,433,512 ist ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Steuerung der Bremsanlage von Fahrzeugen mit elektrischem Antrieb bekannt, die sowohl eine Reibungsbremse als auch eine regenerative Bremse über den wenigstens einen Antriebsmotor des Fahrzeugs umfaßt. Auch hier wird die Bremswirkung der regenerativen Bremse und die der Reibungsbremse abhängig von der Bremspedalbetätigung eingestellt, so daß auch bei dieser bekannten Vorgehensweise eine aufwendige Mehrgrößenbetrachtung notwendig ist.

Da bei der bekannten Lösung während eines Bremsvorgangs sowohl in die Reibungs- als auch in die elektro-regenerative Bremse eingegriffen wird, sind aufwendige Maßnahmen notwendig, mit deren Hilfe während eines Bremsvorgangs die Eingriffe in diese beiden Bremsarten koordiniert und die gegenseitige Beeinflussung berücksichtigt werden.

Es ist Aufgabe der Erfindung, die Steuerung einer Bremsanlage von Fahrzeugen mit elektrischem Antrieb mit Reibungs- und elektro-regenerativen Bremse zu vereinfachen, ohne daß eine wesentliche Verschlechterung der Energierückgewinnung beim Abbremsen des Fahrzeugs auftritt.

Dies wird durch die Merkmale der unabhängigen Patentansprüche erreicht.

Vorteile der Erfindung

Die erfindungsgemäße Lösung gibt eine Steuerung der Bremsanlage von Fahrzeugen mit elektrischem Antrieb an, die ohne aufwendige Maßnahmen in bezug auf die Steuerung der elektro-regenerativen und der herkömmlichen Reibungsbremse auskommt. Insbesondere wird eine aufwendige und schwierige Mehrgrößenregelung vermieden und die beiden geregelten Bremsanlagen im Fahrzeug (Reibungsbremse, elektrische Bremse) weitgehend ohne gegenseitige Störung betrieben.

Ferner ist vorteilhaft, daß entweder elektrisch oder konventionell gebremst wird. Daher treten keine Schwierigkeiten mit dem Volumenhaushalt der konventionellen Reibungsbremse (hydraulisch) auf, da k in Druckmittelvolumen verschoben werden muß, um einem bestimmten Pedalweg des Bremspedals eine bestimmte Verzögerung zuzuordnen. Die von der elektro-

regenerativen Bremse erzeugte Verzögerung wird über das Fahrpedal erzeugt, die von der Reibungsbremse erzeugte über das Bremspedal.

Besonders vorteilhaft ist, daß der Fahrer die Möglichkeit hat, mit dem Fahrpedal seinen Bremswunsch einzustellen, wobei die elektrische Bremse als Basisbremse dient. Erst wenn die damit erzielte Verzögerung nicht ausreicht, muß der Fahrer die konventionelle Reibungsbremse benutzen.

Zeichnung

Die Erfindung wird nachstehend anhand der in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispielen näher erläutert. Dabei zeigt

Fig. 1 ein Übersichtsschaltbild einer Steuereinheit für eine Bremsanlage eines Fahrzeugs mit elektrischem Antrieb, während in

Fig. 2 die erfindungsgemäße Lösung in einem bevorzugten Ausführungsbeispiel als Rechenprogramm eines Mikrocomputers dargestellt ist.

Fig. 3 schließlich zeigt die erfindungsgemäße Lösung anhand von Zeitdiagrammen.

Beschreibung von Ausführungsbeispielen

Fig. 1 zeigt eine Steuereinrichtung 10 für eine Bremsanlage eines Fahrzeugs mit elektrischem Antrieb. Der Steuereinheit 10 werden von einer Meßeinrichtung 12 zur Erfassung der Fahrpedalstellung eine Eingangsleitung 14, von Meßeinrichtungen 16 bis 18, die weitere Betriebsgrößen der Antriebseinheit und/oder des Fahrzeugs, wie Drehzahl, Radgeschwindigkeiten, etc., erfassen, Eingangsleitungen 20 bis 22, und von einer Meßeinrichtung 24 zur Erfassung der Bremspedalbetätigung eine Eingangsleitung 26 zugeführt. Über eine Ausgangsleitung 28 steuert die Steuereinrichtung 10 den oder die elektrischen Antriebsmotoren 30 zumindest für den Bremsbetrieb, in einem Ausführungsbeispiel auch im Antriebsfall. Ferner ist eine konventionelle Reibungsbremsanlage 32 für die Radbremsen 34, 36, 38 und 40 des Fahrzeugs vorgesehen, die über eine elektrische, hydraulische oder pneumatische Wirkverbindung 42 vom Bremspedal 24 betätigt wird.

Grundgedanke der erfindungsgemäßen Lösung ist die Aufteilung der Bremsensteuerung auf zwei verschiedene Pedale. Die Steuerung der elektrischen regenerativen Bremse erfolgt dabei durch das Fahrpedal, indem durch eine entsprechende Pedalstellungssensierung und eine Auswerteschaltung die Art der durch den Fahrer ausgelösten Leistungsrücknahme sensiert wird. Wird beispielsweise das Fahrpedal mit hoher Geschwindigkeit oder Beschleunigung zurückgenommen, wird in der Auswerteschaltung ein entsprechend hoher Verzögerungswunsch erkannt und über die elektrische Bremse eingestellt. Ist die Fahrpedalrücknahme hingegen nur sehr langsam erfolgt, wird in der Auswerteschaltung eine nur geringe oder gar keine Verzögerung eingestellt. Nimmt der Fahrer das Fahrpedal sehr schnell zurück und betätigt kurz darauf das Bremspedal, so wird davon ausgegangen, daß eine Gefahrensituation vorliegt. In diesem Fall wird über die elektrische Bremse keine Verzögerung oder nur ein sehr geringer Verzögerung eingestellt oder die Verzögerung der elektrischen Bremse wird langsam zurückgenommen. Bei Betätigen des Bremspedals wird durch die elektrische Bremse keine zusätzliche Verzögerung eingestellt. Die elektrische Bremse wirkt demnach als Basisbremse, vergleichbar

zur Motorbremse bei schweren Nutzfahrzeugen. In einem vorteilhaften Ausführungsbeispiel kann anstelle des Fahrpedals zur Auslösung der elektrischen Bremse ein zusätzlicher Schalter vorgesehen sein. Bei Betätigung des Bremspedals bleibt die elektrische Bremse so lange aktiv, bis sie durch einen Antiblockierregler abgeschaltet oder auf einen vorgegebenen Wert gesteuert wird. Im bevorzugten Ausführungsbeispiel stellt die Reibungsbremse eine hydraulische Bremsanlage mit einem konventionellen Antiblockiersystem dar. Das Antiblockiersystem übernimmt die Schlupfüberwachung der Räder und erteilt der elektrischen Bremse den Befehl, die von ihr erzeugte Bremswirkung abzuschalten oder auf einen bestimmten Wert zu steuern. Dieser Übergang erfolgt vorzugsweise zum ruckfreien Übergang ohne Verzögerungssprung über eine zeitliche Rampenfunktion. Eine entsprechende Steuerung der elektrischen Bremse erfolgt in einem vorteilhaften Ausführungsbeispiel auch dann, wenn der Fahrer das Bremspedal betätigt. Durch die Einstellung der Bremswirkung der elektrischen Bremse auf einen vorgegebenen Wert kann eine gewünschte Bremskraftverteilung bei Bremsbetätigung vorgegeben werden.

Die erfindungsgemäße Lösung wird im bevorzugten Ausführungsbeispiel als Programm eines Mikrocomputers der Steuereinheit 10 realisiert. Ein bevorzugtes Beispiel für ein derartiges Programm ist anhand des Flußdiagramms in Fig. 2 geschildert. Der dort dargestellte Programmteil wird zu vorgegebenen Zeitpunkten, beispielsweise in Zeitintervallen von 10 bis 100 msec, gestartet.

In einem ersten Schritt 100 werden die zur Durchführung der erfindungsgemäßen Lösung notwendigen Betriebsgrößen eingelesen. Diese sind zumindest eine die Bremspedalbetätigung repräsentierende Größe (Status eines Bremspedalschalters, Ausmaß der Bremspedalbetätigung, etc.), eine die Stellung des Gaspedals repräsentierende Größe, eine den Status des Antiblockierreglers (aktiv oder nicht aktiv) repräsentierende Größe und gegebenenfalls eine die Drehzahl des oder der Antriebsmotoren und/oder der Fahrzeuggeschwindigkeit repräsentierende Größe. Im darauffolgenden Abfrageschritt 102 wird der Status des Antiblockierreglers überprüft. Ist er aktiv, so wird gemäß Schritt 104 die regenerative Bremse abgeschaltet oder deren Bremswirkung auf einen bestimmten Wert gesteuert und gemäß Schritt 106 die Antiblockierregelung in bekannter Weise durchgeführt. Danach wird der Programmteil beendet und zu gegebener Zeit wiederholt. Befindet sich der Antiblockierregler nicht im Eingriff, so wird im Abfrageschritt 108 überprüft, ob das Bremspedal betätigt ist. Ist das Bremspedal betätigt und führt der Fahrer eine Abbremsung des Fahrzeugs über die konventionelle Reibungsbremse durch, so wird gemäß Schritt 110 das eingestellte Bremsmoment der regenerativen Bremse nicht verändert. Darüber hinaus kann in vorteilhaften Ausführungsbeispielen die Bremskraftverteilung der konventionellen Reibungsbremse durch entsprechende Drucksteuerung dieses Bremsmoment, welches von der regenerativen Bremse aufgebracht wird und in der Regel nur auf die Antriebsachse wirkt, berücksichtigen. In anderen vorteilhaften Ausführungsbeispielen wird das Bremsmoment der elektrischen Bremse auf einen vorgegebenen Wert eingestellt und auf diese eine vorgegebene Bremskraftverteilung eingehalten. Nach Schritt 110 wird der Programmteil beendet.

Wurde im Schritt 108 festgestellt, daß kein Bremsvorgang durch Bremspedalbetätigung vorliegt, wird im

Schritt 102 die Änderung der Fahrpedalstellung, d. h. die Geschwindigkeit der Fahrpedalstellungsänderung durch Differentiation des Fahrpedalstellungssignals oder durch Vergleich des Fahrpedalstellungssignals in zwei Programmdurchläufen ermittelt. Daraufhin wird im Schritt 114 ermittelt, ob der Fahrer das Fahrpedal zurückgenommen hat. Ist dies der Fall, so wird diese Rücknahme des Fahrpedals gemäß der erfindungsgemäßen Lösung als Bremswunsch interpretiert.

Daher wird gemäß Schritt 116 das von der regenerativen Bremse einzustellende Bremsmoment aus einem Kennfeld, einer Kennlinie oder einer Tabelle, abhängig von der Rücknahmegeschwindigkeit des Fahrpedals durch den Fahrer bestimmt. Darüber hinaus können zur Bestimmung des einzustellenden Bremsmoments der regenerativen Bremse weitere Betriebsgrößen, beispielsweise die Absolutstellung des Fahrpedals nach dessen Rücknahme, die Drehzahl des oder der Antriebsmotoren und/oder die Fahrzeuggeschwindigkeit berücksichtigt werden. In einem bevorzugten Ausführungsbeispiel ergeben sich die folgenden Abhängigkeiten des einzustellenden Bremsmoments von den Betriebsgrößen. Eine geringe Rücknahmegeschwindigkeit des Fahrpedals führt zu einer geringen Bremswirkung durch die regenerative Bremse. Mit zunehmender Rücknahmegeschwindigkeit wird das einzustellende Bremsmoment erhöht. Wird das Fahrpedal sehr schnell zurückgenommen und anschließend das Bremspedal betätigt, so wird keine oder nur eine sehr kleine Bremswirkung über die regenerative Bremse eingestellt. Eine weitere Verbesserung besteht darin, daß die letztgenannte Abhängigkeit nur dann vorhanden ist, wenn eine sehr schnelle Rücknahme bis zum losgelassenen Fahrpedal erkannt wird. Ferner ist in der Regel im bevorzugten Ausführungsbeispiel vorgesehen, daß die Bremswirkung mit kleiner werdender Absolutstellung des Fahrpedals nach der Rücknahme (bei gleicher Geschwindigkeit) größer wird. Ferner kann in einem vorteilhaften Ausführungsbeispiel vorgesehen sein, daß je größer die Fahrgeschwindigkeit und je größer die Drehzahl des Antriebsmotors ist, desto größer das von der regenerativen Bremse eingestellte Bremsmoment wird. Das gemäß Schritt 106 ermittelte Bremsmoment wird dann durch entsprechende Vorgabe des Steuerstroms für den oder die Antriebsmotoren eingestellt und gemäß Schritt 118 ein Flag auf den Wert 1 gesetzt. Danach wird der Programmteil beendet und zu gegebener Zeit wiederholt.

Hat Schritt 114 ergeben, daß keine Rücknahme des Fahrpedals erfolgt ist, so wird gemäß Schritt 120 überprüft, ob das Fahrpedal betätigt wurde im Sinne einer Leistungszunahme. Ist dies nicht der Fall, wird im Schritt 122 überprüft, ob das Flag den Wert 1 aufweist. Ist dies der Fall, wird gemäß Schritt 116 das Bremsmoment gemäß den vorliegenden Werten bezüglich Rücknahmegeschwindigkeit und gegebenenfalls Fahrpedalstellung, Motordrehzahl und/oder Fahrzeuggeschwindigkeit bestimmt und mit Schritt 118 fortgefahren. Weist das Flag gemäß Schritt 122 den Wert 0 auf oder hat Schritt 120 ergeben, daß das Fahrpedal im Sinne einer Leistungszunahme des Antriebsmotors betätigt wurde, so wird im Schritt 124 die Bremswirkung der regenerativen Bremse, sofern eine eingestellt ist, aufgehoben und das Flag auf den Wert Null gesetzt. Die Antriebsleistung des Fahrzeugs wird dann auf der Basis des Fahrerwunsches durch entsprechende Steuerung des oder der Antriebsmotoren eingestellt. Nach Schritt 124 wird der Programmteil beendet und zu gegebener Zeit wiederholt.

Die erfindungsgemäße Lösung ist in Fig. 3 anhand von Zeitdiagrammen verdeutlicht. Dabei ist in Fig. 3a ein beispielhafter zeitlicher Verlauf der Fahrpedalstellung, in Fig. 3b der Zeitverlauf der Bremspedalbetätigung und in Fig. 3c der zeitliche Verlauf des von der regenerativen Bremse eingestellten Bremsmoments M dargestellt.

Zunächst betätigt der Fahrer das Fahrpedal, so daß das Fahrzeug mit einer bestimmten Geschwindigkeit sich bewegt. Zu einem Zeitpunkt T1 nimmt der Fahrer das Fahrpedal mit einer geringen Rücknahmegeschwindigkeit auf einen kleineren Wert zurück. Dies bedeutet, daß zum Zeitpunkt T1 ein kleines Bremsmoment M1 durch die regenerative Bremse erzeugt wird, welches sich bis zum Zeitpunkt T2 gegebenenfalls entsprechend der weiteren Betriebsgrößen verändert. Die Fahrpedalstellung bleibe in diesem Zeitraum unverändert. Zum Zeitpunkt T2 nimmt der Fahrer das Fahrpedal mit einer größeren Rücknahmegeschwindigkeit vollständig zurück. Dies bedeutet, daß zum Zeitpunkt T2 von der regenerativen Bremse zusätzlich Bremsmoment (M2) aufgebaut wird. Das Fahrzeug bremst infolge der Rücknahme des Fahrpedals ab. Zum Zeitpunkt T3 betätigt der Fahrer das Bremspedal und damit die konventionelle Reibungsbremse. Dies führt dazu, daß der Anteil des regenerativen Bremsmoments ab dem Zeitpunkt T3 konstant bleibt. Zum Zeitpunkt T4 löst der Fahrer das Bremspedal, so daß zu diesem Zeitpunkt der im Zeitraum zwischen T2 und T3 berechnete Bremsmomentenverlauf wieder eingeleitet wird. Allerdings betätigt der Fahrer zum Zeitpunkt T5 das Fahrpedal wieder, um das Fahrzeug zu beschleunigen. Dies führt dazu, daß ab dem Zeitpunkt T5 von der regenerativen Bremse kein Bremsmoment mehr aufgebaut wird. Zum Zeitpunkt T6 nimmt der Fahrer das Fahrpedal schlagartig zurück. Zum Zeitpunkt T7 betätigt der Fahrer das Bremspedal, so daß ein sehr geringes Bremsmoment durch die regenerative Bremse erzeugt wird.

Es zeigt sich, daß die regenerative Bremse des Fahrzeugs als Basisbremse dient und abhängig vom Verhalten der Fahrpedalbetätigung durch den Fahrer gesteuert wird. Die Bremspedalbetätigung führt zu keiner weiteren Beeinflussung der regenerativen Bremse. Entsprechend sind die beiden Bremsregelungen im wesentlichen unabhängig voneinander, so daß gegenseitige Störungen bei der Auslegung der Regelungen nicht beachtet werden müssen.

Die Einstellung einer Bremswirkung durch die elektro-regenerativen Bremse erfolgt durch Regelung oder Steuerung des von der Bremse ausgebrachten Bremsmoments, der Bremskraft, des Ansteuerstromes, etc.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Steuerung der Bremsanlage von Fahrzeugen mit elektrischem Antrieb, die sowohl eine Reibungsbremsanlage als auch die Möglichkeit einer regenerativen Abbremsung über den wenigstens einen Antriebsmotor des Fahrzeugs umfaßt,

— wobei die Rücknahme des Fahrpedals erfaßt wird,

— wobei die Bremspedalbetätigung erfaßt wird,

— wobei die Bremswirkung, die von der regenerativen Bremse aufgebracht wird, abhängig von der Rücknahme des Fahrpedals und unabhängig vom Ausmaß der Bremspedalbetätigung eingestellt wird, und

— wobei die Bremswirkung der Reibungsbremsanlage abhängig von der Bremspedalbetätigung und unabhängig von der Rücknahme des Fahrpedals eingestellt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die regenerative Bremse abhängig von der Rücknahmegeschwindigkeit des Fahrpedals gesteuert wird.

3. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die regenerative Bremse ein Bremsmoment erzeugt, welches mit steigender Rücknahmegeschwindigkeit des Fahrpedals größer wird.

4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß bei sehr schneller Rücknahme des Fahrpedals und anschließender Bremspedalbetätigung von der regenerativen Bremse keine Bremswirkung aufgebaut wird.

5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die regenerative Bremse ferner abhängig vom Zustand eines Antiblockierreglers, der Drehzahl des wenigstens einen Antriebsmotors, der Stellung des Fahrpedals und/oder der Fahrzeuggeschwindigkeit gesteuert wird.

6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Ansteuerung der regenerativen Bremse unverändert bleibt oder eine vorgegebene Bremswirkung eingestellt wird, wenn das Bremspedal betätigt wird.

7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die regenerative Bremse abgeschaltet wird, wenn das Bremspedal betätigt wird.

8. Vorrichtung zur Steuerung der Bremsanlage von Fahrzeugen mit elektrischem Antrieb, die sowohl eine Reibungsbremse als auch eine regenerative Bremse über den wenigstens einen Antriebsmotor des Fahrzeugs umfaßt, mit wenigstens einer Steuereinheit, die abhängig von der Fahrpedalbetätigung die regenerative Bremse steuert, dadurch gekennzeichnet, daß die Steuereinheit die regenerative Bremse abhängig von der Rücknahme des Fahrpedals und unabhängig vom Ausmaß einer Bremspedalbetätigung steuert.

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

- Leerseite -

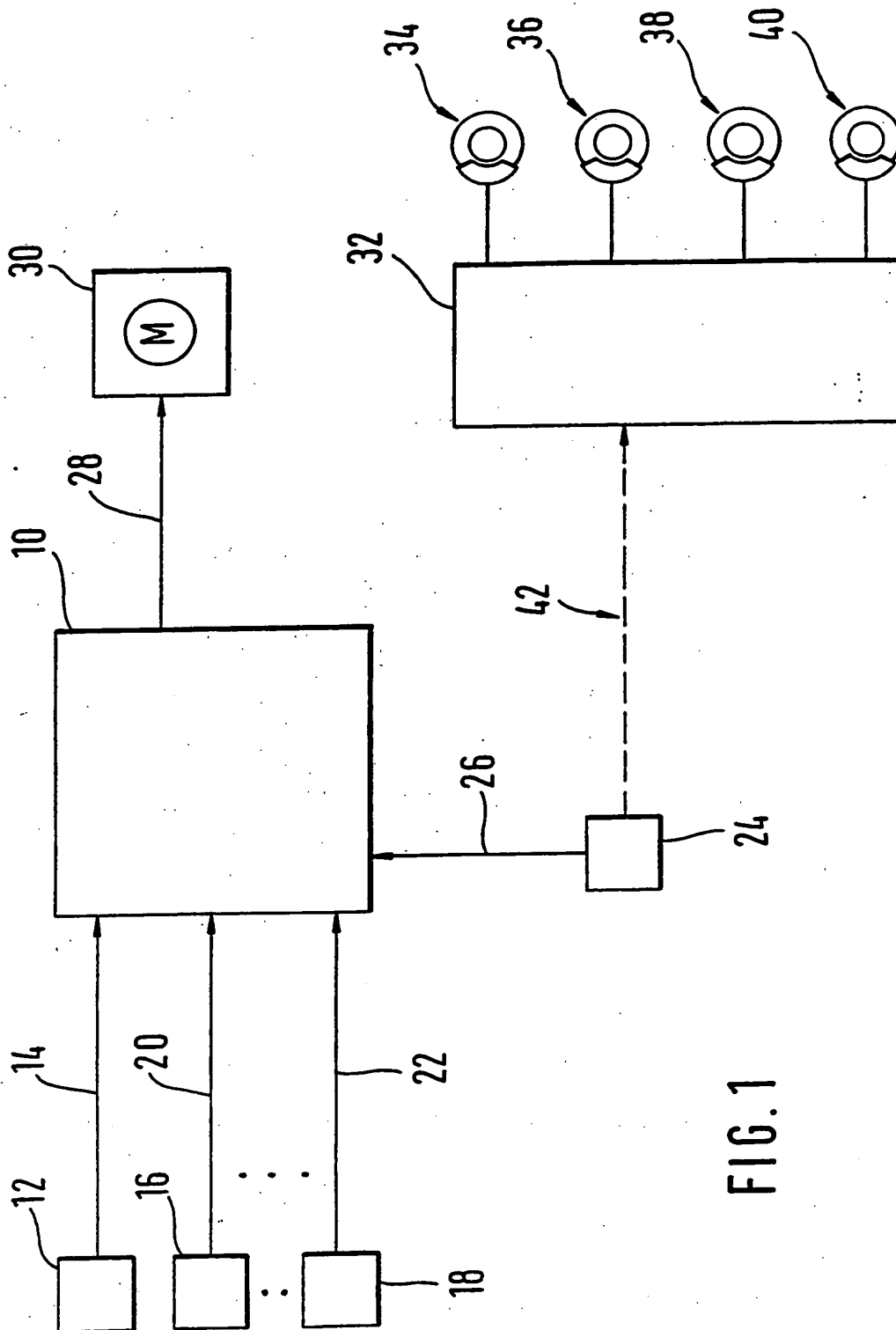


FIG. 1

FIG. 2

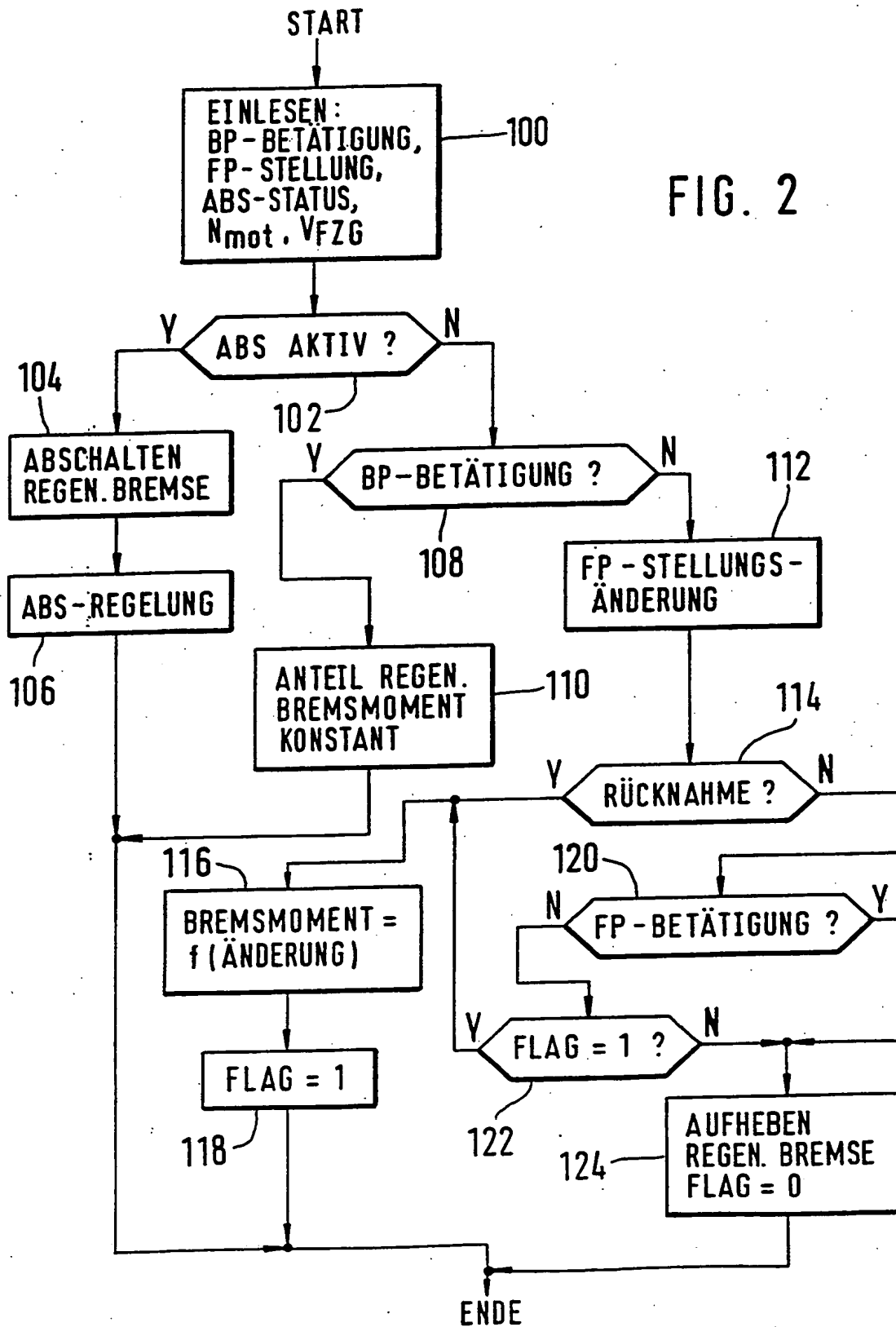


FIG. 3a

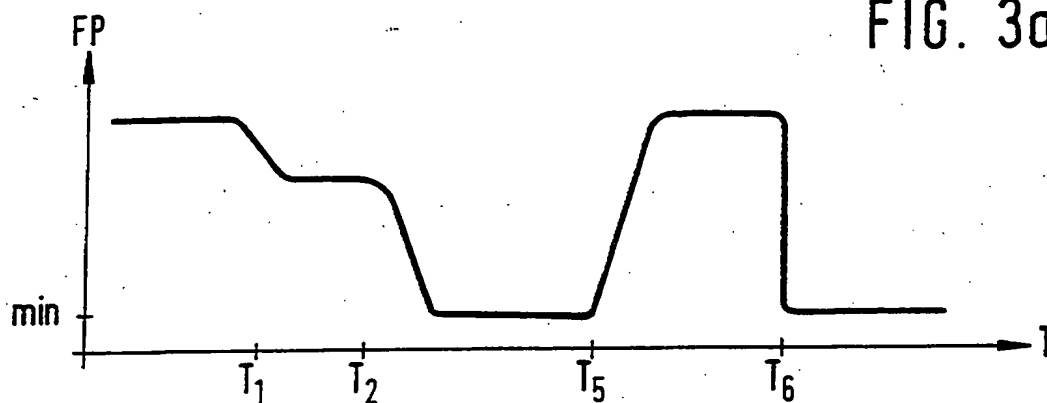


FIG. 3b

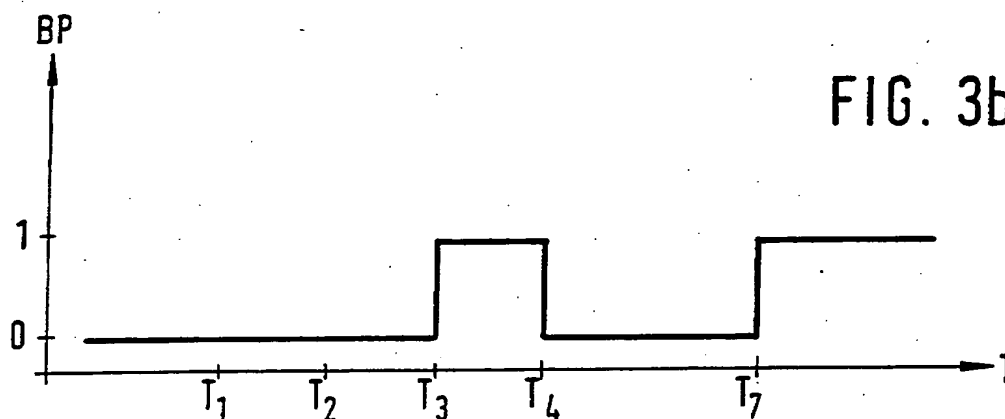


FIG. 3c

